

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2002)

3ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Σχετικά με την Οργάνωση και τη Λειτουργία της Μνήμης των Υπολογιστών

Μαρία Γρηγοριάδου, Ευάγγελος Κανίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γρηγοριάδου Μ., & Κανίδης Ε. (2026). Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Σχετικά με την Οργάνωση και τη Λειτουργία της Μνήμης των Υπολογιστών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 249–258. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8793>

Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Σχετικά με την Οργάνωση και τη Λειτουργία της Μνήμης των Υπολογιστών

Μαρία Γρηγοριάδου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
Ε.Κ.Π.Α.
mgregor@di.uoa.gr

Ευάγγελος Κανίδης
Υποψήφιος Διδάκτορας
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη
Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωστική
Επιστήμη
vkanidis@di.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας έρευνας στόχος της οποίας είναι να διερευνηθούν οι αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε θέματα σχετικά με την οργάνωση και τη λειτουργία της μνήμης των υπολογιστών. Η έρευνα αυτή έγινε με χρήση ερωτηματολογίου και συνεντεύξεις σε μαθητές Γυμνασίου, Λυκείου και ΤΕΕ.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι μαθητές γνωρίζουν το ρόλο της κύριας μνήμης αλλά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις έννοιες προσωρινή και μόνιμη αποθήκευση. Επίσης γνωρίζουν ότι υπάρχουν και άλλες μονάδες μνήμης αλλά δυσκολεύονται να τις κατατάξουν σε σχέση με την χωρητικότητα τους και πολύ περισσότερο σε σχέση ταχύτητά τους. Σε μεγάλο ποσοστό δεν γνωρίζουν την οργάνωση της κύριας μνήμης ούτε το ρόλο και τη θέση της κρυφής μνήμης. Προτείνεται η χρήση διδακτικών προσεγγίσεων που σκοπεύουν στην ενεργοποίηση των μαθητών έτσι ώστε αυτοί να αποκτήσουν ολοκληρωμένη γνώση της οργάνωσης και της λειτουργίας της μνήμης των υπολογιστών

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Πληροφορική, Μνήμη υπολογιστών, κρυφή μνήμη, Αντιλήψεις μαθητών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΟΙ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Η διδασκαλία των εννοιών που σχετίζονται με τη λειτουργία εσωτερικών και εξωτερικών μονάδων του υπολογιστή συχνά παρουσιάζει αυξημένες δυσκολίες, γιατί η εκτέλεση πολλών λειτουργιών ενός υπολογιστή γίνεται με τρόπο αδιαφανή ως προς το χρήστη. Δηλαδή ο μαθητής δεν έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει τις διαδοχικές ενέργειες που εκτελούνται στο υλικό για τη διεξαγωγή μιας εργασίας ή να πειραματιστεί με αυτό αλλάζοντας τις παραμέτρους λειτουργίας του με αποτέλεσμα οι μαθητές να δυσκολεύονται στην οικοδόμηση ενός επιστημονικού γνωστικού μοντέλου σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας των μονάδων του υπολογιστή.

Οι μαθητές από μικρή ηλικία (Κόμης 1995) (Κόλλιας Α, 2000) μέσα από την καθημερινή τους εμπειρία, τον κοινωνικό τους περίγυρο, την επαφή τους με τους υπολογιστές και τα μαθήματα Πληροφορικής που διδάσκονται στα σχολεία καθώς και από τις διδακτικές πρακτικές των καθηγητών δημιουργούν νοητικά μοντέλα της δομής και της λειτουργίας των υπολογιστών και με τη χρήση αυτών των μοντέλων προσπαθούν να λύσουν τα προβλήματα που ανακύπτουν (Jonasson 1985), (Confrey J, 1990).

Οι διαπιστώσεις αυτές συμφωνούν με τις αρχές της εποικοδομητικής θεωρίας μάθησης (Constructivism) που υποστηρίζει ότι οι αναπαραστάσεις που αποκτούν οι μαθητές δεν είναι ένα αντίγραφο των αναπαραστάσεων που διαθέτουν οι καθηγητές. Οι καθηγητές και τα διδακτικά

βιβλία παρουσιάζουν μέσα από την προφορική και γραπτή γλώσσα τα σχετικά θέματα αλλά αυτό που καταλαβαίνουν οι μαθητές εξαρτάται από τις δικές τους εμπειρίες και τις ήδη υπάρχουσες αναπαραστάσεις που διαθέτουν. Για να καταλάβουν οι μαθητές μια έννοια θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν μια κατάλληλη αναπαράσταση μέσα από την εμπειρία τους και αυτή η αναπαράσταση προέρχεται από μια αναδόμηση των πληροφοριών από τη μνήμη τους και δεν είναι πάντοτε μια εικόνα του πραγματικού κόσμου (Von Glaserfeld, 1995).

Ένα παράδειγμα παγιωμένης αντίληψης, είναι η ονομαζόμενη ανθρωπομορφική αντίληψη (Pea R. D, 1984) σύμφωνα με την οποία οι νεαροί κυρίως μαθητές έχουν την τάση να προσδίδουν στον υπολογιστή αισθήματα και αντιλήψεις που συναντούν στο κοινωνικό τους περιβάλλον (Nass, C 1995). Ιδιαίτερες δυσκολίες εμφανίζονται κατά την εκμάθηση εννοιών του υπολογιστή που οι ονομασίες τους παραπέμπουν σε ανθρώπινες λειτουργίες όπως οι λειτουργίες που σχετίζονται με τη μνήμη των υπολογιστών. Ο τρόπος που ενεργεί ο υπολογιστής για την αποθήκευση, την αναζήτηση και την ανάκληση πληροφοριών καθορίζεται από τα κυκλώματά του και μπορεί να περιγραφεί με μια σειριακή ακολουθία εργασιών. Η λειτουργία των ανθρώπων σε αντίστοιχα προβλήματα στηρίζεται σε ένα συνδυασμό λεκτικών και εικονικών παραστάσεων, εξαρτάται από πολλούς και συχνά δύσκολο να προσδιοριστούν παράγοντες και δεν μπορεί να περιγραφεί από μια μηχανιστική μέθοδο (Johansson κα 1985).

Οι δυσκολίες αυτές εντοπίζονται ακόμα και σε φοιτητές όπως έδειξε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στους φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών στο μάθημα της Αρχιτεκτονικής, στη λειτουργία της κρυφής μνήμης (Grigoriadou, M, Kanidis E, 2001). Τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας επιβεβαιώνουν τη διαπίστωση ότι υπάρχει ένα μεγάλο χάσμα μεταξύ της λογικής που χρησιμοποιούν οι μαθητές και της τεχνολογικής λογικής που καθορίζει τη λειτουργία του υπολογιστή, καθώς επίσης και τη λειτουργία των περιφερειακών του (Komis 1997).

Έρευνα των αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές για την οργάνωση και τη λειτουργία της μνήμης των υπολογιστών.

Οι Hughes, Brackenridge, Macleod (1987) μελέτησαν τις αντιλήψεις μαθητών του δημοτικού και διαπίστωσαν ότι, οι μαθητές έχουν περιορισμένα μοντέλα για τη λειτουργία των υπολογιστών και οι ανθρωπομορφικές αντιλήψεις αυξάνονται μετά από δύο χρόνια χρήσης των υπολογιστών. Ο Π. Ρούσος (1996) με έρευνα σε βρετανούς μαθητές του δημοτικού επιβεβαίωσε τα συμπεράσματα των Hughes κ.α. διαπιστώνοντας ότι οι μαθητές έχουν ανθρωπομορφικές αντιλήψεις. Για παράδειγμα υποστήριξαν ότι οι υπολογιστές "σκέφτονται" και ότι "θέλουν να κάνουν διάφορα πράγματα". Στον Ελληνικό χώρο έχουν μελετηθεί οι αναπαραστάσεις των μαθητών δημοτικών σχολείων για την υπόσταση του υπολογιστή στο πλαίσιο εισαγωγής των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση (Κόμης 1995), (Komis & Michaelidis, 1977).

Επίσης, οι Π.Κρεμμυδάς και Β. Σηλιωτοπούλου (1999) μελέτησαν τις αντιλήψεις των μαθητών γυμνασίων για την οθόνη και το πληκτρολόγιο του Η/Υ και διαπίστωσαν ότι οι μαθητές έχουν δυσκολίες στην κατανόηση της λειτουργίας αυτών των εξωτερικών μονάδων σε συσχέτιση με άλλα εξαρτήματα του υπολογιστή και τους αποδίδουν ικανότητες και δυνατότητες ανώτερες από τις πραγματικές τους. Για παράδειγμα αναφέρουν ότι το πληκτρολόγιο δίνει εντολές και η οθόνη τις εκτελεί.

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας οι υποθέσεις που θέλουμε να διερευνήσουμε σχετίζονται με τον τρόπο που αντιλαμβάνονται οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης την οργάνωση και τη λειτουργία των μονάδων μνήμης του υπολογιστή. Στην έρευνα αυτή ελέγχουμε τις παρακάτω υποθέσεις :

- Οι μαθητές γνωρίζουν το ρόλο της κύριας μνήμης σε έναν υπολογιστή αλλά δυσκολεύονται να κατανοήσουν την οργάνωση της η οποία επιτρέπει την αποθήκευση και ανάκληση πληροφοριών.

- Οι μαθητές γνωρίζουν και μπορούν να ονομάσουν ορισμένες από τις άλλες μονάδες μνήμης ενός υπολογιστή αλλά δυσκολεύονται να συγκρίνουν τις μονάδες αυτές ως προς τη χωρητικότητα και την ταχύτητα τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με την κύρια μνήμη .
- Οι μαθητές γνωρίζουν την ύπαρξη της κρυφής μνήμης αλλά έχουν δυσκολίες στο να καθορίσουν τη θέση και το ρόλο της σε έναν υπολογιστή.

Η έρευνα έγινε με χρήση ερωτηματολογίου με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου στα παρακάτω θέματα:

- Ο ρόλος της κύριας μνήμης σε έναν υπολογιστή
- Οι μονάδες μνήμης που υπάρχουν σε έναν υπολογιστή
- Σύγκριση των μονάδων μνήμης ως προς την ταχύτητα και τη χωρητικότητά τους .
- Η οργάνωση της κύριας μνήμης
- Η θέση και ο ρόλος της κρυφής μνήμης

Από την έρευνα συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν 339 ερωτηματολόγια από μαθητές Γυμνασίων Λυκείων και ΤΕΕ ενώ επιλεκτικά επακολούθησαν ορισμένες συνεντεύξεις μαθητών των οποίων οι απαντήσεις κρίθηκε ότι θα έπρεπε να τύχουν περαιτέρω διερεύνησης.

Τα ερωτηματολόγια που συγκεντρώθηκαν ανά κατηγορία σχολείου και ανά τάξη είναι :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΑΞΗ				
	Α ΤΑΞΗ	Β ΤΑΞΗ	Γ ΤΑΞΗ	ΣΥΝΟΛΟ
ΓΥΜΝΑΣΙΟ	18	48	68	134
ΛΥΚΕΙΟ	-	41	51	92
ΤΕΕ	23	50	40	113
ΣΥΝΟΛΟ	41	139	159	339

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι απαντήσεις των μαθητών αναλύθηκαν ως προς την ορθότητα, ως προς την προέλευση (εμπειρία, χρήση προγραμμάτων), ως προς την απόδοση ιδιοτήτων στη μνήμη που είναι ανώτερες από τις πραγματικές και ως προς την κατανόηση των σχετικών θεμάτων σε σχέση με τη διδακτική πράξη και την ύλη που περιέχεται στα σχολικά βιβλία. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ανάλυση των απαντήσεων.

Ο Ρόλος της κύριας μνήμης σε έναν υπολογιστή

Θεωρείται πολύ βασικό να κατανοήσουν οι μαθητές το ρόλο της κύριας μνήμης ο οποίος συνίσταται στο ότι για να εκτελεστεί ένα πρόγραμμα θα πρέπει το πρόγραμμα αυτό και τα δεδομένα που χρησιμοποιεί να έχουν μεταφερθεί στην κύρια μνήμη και να παραμείνουν εκεί όσο διαρκεί η εκτέλεση του προγράμματος. Για το λόγο αυτό η πρώτη ερώτηση αναφέρεται στο ρόλο της κύριας μνήμης σε ένα υπολογιστή.

Η ερώτηση είναι: **"Ένα από τα τμήματα ενός υπολογιστή είναι η κύρια μνήμη. Γιατί νομίζετε ότι είναι απαραίτητη η ύπαρξη της κύριας μνήμης σε έναν υπολογιστή;"**

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών του Γυμνασίου προκύπτει ότι ένα ποσοστό 60% γνωρίζει ότι η κύρια μνήμη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφοριών. Οι μισοί περίπου από αυτούς αναφέρουν ότι η αποθήκευση αυτή είναι προσωρινή αλλά η έννοια της "προσωρινής" αποθήκευσης αναφέρεται μόνο ως προς τη διατήρησή των δεδομένων για όσο χρόνο ο υπολογιστής τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα και όχι ως προς τη διατήρησή τους κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος.

Επιπλέον εκφράζονται απόψεις που προέρχονται από τη χρήση προγραμμάτων εφαρμογών όπως ο επεξεργαστής κειμένου, π.χ. *"Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των αρχείων"* καθώς επίσης και απόψεις που προέρχονται από τη χρήση παιχνιδιών, όπως *"Είναι απαραίτητη γιατί χωρίς αυτή δεν θα μπορούσα να έπαιζα πολλά παιχνίδια"*.

Ένα μικρό ποσοστό 2% αναφέρει λανθασμένα ότι στην κύρια μνήμη υπάρχει μόνιμη αποθήκευση δεδομένων δηλαδή αποδίδουν ιδιότητες της βοηθητικής μνήμης στην κύρια μνήμη. Εμφανίζονται επίσης ορισμένες απόψεις που αποδίδουν στην κύρια μνήμη ιδιότητες ανώτερες από τις πραγματικές όπως: *"Από εκεί ελέγχεται ο υπολογιστής"*, *"Εκεί γίνονται όλες οι λειτουργίες"*, *"Για να δίνει εντολές"*, *"Μας βοηθάει να μάθουμε προγράμματα"*.

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών του Λυκείου προκύπτει ότι ένα ποσοστό 65% αναφέρουν ότι η κύρια μνήμη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφοριών και ένα ποσοστό 60% από αυτούς επισημαίνει ότι η αποθήκευση αυτή είναι προσωρινή χωρίς όμως να διευκρινίζουν τον χαρακτήρα της προσωρινής αποθήκευσης.

Επίσης στις απαντήσεις του Λυκείου εμφανίζονται απόψεις που προέρχονται από άλλες λειτουργίες μονάδων του Η/Υ όπως *"Η κύρια μνήμη αποθηκεύει προσωρινές πληροφορίες προκειμένου να επιταχύνει τις διαδικασίες επεξεργασίας πληροφοριών"* ή *"Τα δεδομένα πρέπει να αποθηκευτούν για να εμφανιστούν στην οθόνη"*.

Ένα ποσοστό 4% μαθητών Λυκείου χρησιμοποιούν λανθασμένες εκφράσεις οι οποίες αποδίδουν το ρόλο της δευτερεύουσας μνήμης στην κύρια όπως: *"Αποθηκεύει δεδομένα στον υπολογιστή για να μη σβήνονται εύκολα με το κλείσιμο του"*, *"Αποθηκεύουμε τα στοιχεία που θέλουμε χωρίς να τα χάνουμε για την επόμενη φορά που θα τον ανοίξουμε"*, *"Για να σώζονται αρχεία που θα τα χρειαστούμε αργότερα"*. Επίσης εμφανίζονται απόψεις που αποδίδουν στην κύρια μνήμη ιδιότητες ανώτερες από τις πραγματικές όπως *"Έχουν καλύτερη απόδοση τα παιχνίδια"*, *"Βοηθάει στην ανάγνωση αρχείων και είναι απαραίτητη για το Internet"*

Αντίστοιχα από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών των ΤΕΕ προκύπτει ότι ένα ποσοστό 36% αναφέρουν ότι η κύρια μνήμη χρησιμοποιείται για αποθήκευση δεδομένων. Ένα μικρό ποσοστό 3% από αυτούς αναφέρουν τον προσωρινό χαρακτήρα αυτής της αποθήκευσης χωρίς να τον προσδιορίζουν.

Και οι μαθητές των ΤΕΕ εμφανίζουν απόψεις που προέρχονται από τη χρήση προγραμμάτων εφαρμογών όπως: *"Η κύρια μνήμη είναι μόνο για εκείνη τη στιγμή που γράφουμε ένα κείμενο δεν μπορούμε να κάνουμε αποθήκευση"* ή *"Για να βρίσκονται πιο εύκολα και πιο γρήγορα οι αποθηκευμένες πληροφορίες"*.

Επίσης στους μαθητές των ΤΕΕ εμφανίζονται λανθασμένες απόψεις που αποδίδουν ιδιότητες της βοηθητικής μνήμης στην κύρια όπως: *"Χρησιμοποιείται για να σώζω έγγραφα που αλλιώς θα διαγράφονταν"*, καθώς και απόψεις όπως: *"Τα αρχεία αποθηκεύονται πιο άνετα"*, *"Υπάρχει βελτίωση προγραμμάτων"*.

Στις απαντήσεις των μαθητών των ΤΕΕ εμφανίζεται και μια νέα κατηγορία απόψεων που οφείλεται στο γεγονός ότι αυτοί οι μαθητές έχουν γνώσεις σε τεχνικές λεπτομέρειες των υπολογιστών όπως: *"Εκεί φορτώνεται το BIOS"*, *"Χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του Η/Υ"*.

Οι μονάδες μνήμης που υπάρχουν σε έναν υπολογιστή

Στόχος της δεύτερης ερώτησης είναι να εξεταστεί αν οι μαθητές γνωρίζουν τις διαφορετικές μονάδες μνήμης που υπάρχουν σε έναν υπολογιστή. Η ερώτηση είναι: **"Εκτός από την κύρια μνήμη του υπολογιστή γνωρίζετε αν υπάρχουν άλλες μονάδες μνήμης μέσα σε έναν υπολογιστή; και ποιες είναι αυτές;"**.

Στις απαντήσεις τους ένα ποσοστό 38% των μαθητών του Γυμνασίου αναφέρει το σκληρό δίσκο, τη δισκέτα, και το CD-ROM. Κανένας μαθητής δεν ανέφερε τους καταχωρητές και μόνο ένα ποσοστό 2% ανέφερε την κρυφή μνήμη. Αντίθετα, ένα ποσοστό 60% των μαθητών ανέφερε ως διαφορετικές μονάδες μνήμης, τους τύπους της κύριας μνήμης RAM και ROM.

Οι μαθητές του Λυκείου σε ποσοστό 44% αναφέρουν το σκληρό δίσκο, τη δισκέτα, το CD-ROM. Επίσης ένα ποσοστό 40% από αυτούς αναφέρουν και την κρυφή μνήμη. Υπάρχουν ελάχιστες αναφορές στους καταχωρητές και σε ένα ποσοστό 30% εμφανίζεται άποψη παρόμοια με αυτή που επικρατεί στις απαντήσεις του Γυμνασίου, ότι δηλαδή οι τύποι κύριας μνήμης RAM και ROM αποτελούν διαφορετικές μονάδες μνήμης.

Οι μαθητές των ΤΕΕ σε ένα ποσοστό 39% αναφέρουν τις βοηθητικές μνήμης και την κρυφή μνήμη αλλά οι καταχωρητές και η κρυφή μνήμη αναφέρονται μόνο από ελάχιστους μαθητές. Επίσης σε ποσοστό 60% αναφέρουν ως διαφορετικές μονάδες τη μνήμη ROM και RAM.

Παρατηρείται ότι ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών έχει την αντίληψη ότι οι τύποι κύριας μνήμης RAM και ROM αποτελούν διαφορετικές μονάδες μνήμης. Οι απόψεις αυτές των μαθητών υποθέτουμε ότι προέρχονται από το γεγονός ότι γίνεται εκτενής αναφορά στους δύο αυτούς τύπους της κύριας μνήμης.

Σύγκριση των μονάδων μνήμης ως προς την ταχύτητα και τη χωρητικότητά τους

Οι επόμενες δύο ερωτήσεις έχουν ως στόχο να εξετάσουν αν οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν τις διάφορες μονάδες μνήμης με κριτήρια την ταχύτητα και την χωρητικότητά τους. Οι ερωτήσεις είναι:

α) Όλες οι μονάδες της μνήμης έχουν την ίδια ταχύτητα; Στην περίπτωση που δεν έχουν την ίδια ταχύτητα, κατατάξτε τις μονάδες αυτές από την πιο γρήγορη προς την πιο αργή.

β) Όλες οι μονάδες της μνήμης έχουν την ίδια χωρητικότητα; Στην περίπτωση που δεν έχουν την ίδια χωρητικότητα, κατατάξτε τις μονάδες αυτές από αυτή που έχει την μεγαλύτερη χωρητικότητα προς αυτή που έχει τη μικρότερη;

Οι μαθητές του Γυμνασίου σε ένα ποσοστό 3% εκφράζουν την λανθασμένη άποψη ότι όλες οι μονάδες μνήμης έχουν την ίδια ταχύτητα και την ίδια χωρητικότητα. Το 60% απαντούν ότι οι μονάδες μνήμης έχουν διαφορετική ταχύτητα και χωρητικότητα. Από αυτούς μόνο το 4% κατατάσσει σωστά τις μονάδες μνήμης ως προς την ταχύτητα και μόνο το 17% τις κατατάσσει σωστά ως προς την χωρητικότητα, ενώ ένα ποσοστό 4% αντιστρέφει τη σειρά κατάταξης των διαφόρων μονάδων, π.χ. αναφέρει ότι ο σκληρός δίσκος είναι πιο γρήγορος από τη κύρια μνήμη ή ότι η κύρια μνήμη έχει μεγαλύτερη χωρητικότητα από το σκληρό δίσκο. Οι μαθητές του Γυμνασίου οι οποίοι στην προηγούμενη ερώτηση αναφέρουν τους τύπους κύριας μνήμης ROM και RAM ως διαφορετικές μονάδες μνήμης και επομένως τις κατατάσσουν ως προς την ταχύτητα, αναφέρουν ότι η ROM είναι ταχύτερη από τη RAM.

Οι μαθητές του Λυκείου γνωρίζουν σε ποσοστό 70% ότι οι μονάδες μνήμης έχουν διαφορετική ταχύτητα και χωρητικότητα και από τις απαντήσεις τους διαπιστώνεται ότι η πλειοψηφία τους μπορεί να κατατάξει σωστά τις μονάδες με κριτήριο τη χωρητικότητά τους αλλά αποτυγχάνουν στην κατάταξη με κριτήριο την ταχύτητα.

Οι μαθητές των ΤΕΕ γνωρίζουν σε ποσοστό 55% ότι οι μονάδες μνήμης έχουν διαφορετική ταχύτητα και χωρητικότητα ενώ μόνο ένα ποσοστό 9% τις κατατάσσει σωστά ως προς την ταχύτητά τους και ένα ποσοστό 15% τις κατατάσσει σωστά ως προς τη χωρητικότητά τους.

Η οργάνωση της κύριας μνήμης

Η επόμενη ερώτηση σκοπό έχει να εξετάσει αν οι μαθητές γνωρίζουν την εσωτερική οργάνωση που έχουν οι πληροφορίες όταν βρίσκονται αποθηκευμένες σε μια μονάδα μνήμης και ιδιαίτερα το ρόλο της διεύθυνσης των θέσεων μνήμης. Η ερώτηση είναι :

"Οι πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες στην κύρια μνήμη του υπολογιστή είναι οργανωμένες σε ομάδες από bytes. Κάθε ομάδα έχει μια διεύθυνση. Μπορείτε να αναφέρετε το λόγο ύπαρξης αυτής της διεύθυνσης;"

Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησε ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών από όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και ιδιαίτερα από το Γυμνάσιο.

Οι μαθητές Γυμνασίου απάντησαν σε ένα ποσοστό 20% και διατύπωσαν απόψεις που προέρχονται από την εμπειρία τους ως προς τη χρήση ταχυδρομικών διεθύνσεων, όπως: *"Για να βρίσκουμε αυτό που ψάχνουμε"* ή *"Για να βρίσκουμε ευκολότερα τις ομάδες"* ή ακόμα *"Η διεύθυνση υπάρχει για να μην περδεύεται ο υπολογιστής"*.

Οι μαθητές του Λυκείου απάντησαν σε ένα ποσοστό 55% και διατύπωσαν διάφορες απόψεις για το ρόλο ύπαρξης της διεύθυνσης όπως: *"Για την ανάκληση των πληροφοριών"* , *"Για να βρίσκονται πιο γρήγορα και πιο εύκολα οι πληροφορίες"*, *"Για να ξέρει ο επεξεργαστής που βρίσκεται το κάθε τι"* , *"Για να μπορεί ο υπολογιστής να ξεχωρίσει τις πληροφορίες"*.

Οι μαθητές των ΤΕΕ απάντησαν σε ένα ποσοστό 35% και οι περισσότερες απαντήσεις είναι της μορφής *"Για να βρίσκονται εύκολα οι πληροφορίες"*, *"Για την ανάκληση των πληροφοριών"*, *"Για καλύτερη οργάνωση των πληροφοριών"* ενώ εμφανίζονται και ορισμένες απαντήσεις που πλησιάζουν το επιστημονικό μοντέλο όπως *"Για να υπάρχει απευθείας πρόσβαση και όχι σειριακή"*

Η θέση και ο ρόλος της κρυφής μνήμης

Η κρυφή μνήμη παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση των σύγχρονων υπολογιστών γεφυρώνοντας το χάσμα της ταχύτητας που υπάρχει ανάμεσα στον επεξεργαστή και την κύρια μνήμη. Για το λόγο αυτό θεωρούμε ότι οι μαθητές θα πρέπει να έχουν ορισμένες βασικές γνώσεις γύρω από αυτήν. Η επόμενη ερώτηση έχει ως σκοπό να εξετάσει αν οι μαθητές γνωρίζουν τη θέση και το ρόλο που παίζει η κρυφή μνήμη μέσα σε έναν υπολογιστή. Η ερώτηση είναι:

"Ένα από τα υποσυστήματα μνήμης σε έναν υπολογιστή ονομάζεται κρυφή ή λανθάνουσα μνήμη (cache memory).

α) Ποια είναι η θέση της μέσα στον υπολογιστή σε σχέση με τα άλλα υποσυστήματα μνήμης;

β) Ποιος είναι ο ρόλος της ;"

Οι μαθητές του Γυμνασίου εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις δεν απάντησαν στις ερωτήσεις αυτές. Οι ελάχιστες απαντήσεις όπως *"Ενδιάμεσος σταθμός της ΚΜΕ"* και *"Μέσο μεταφοράς πληροφοριών ως προς τα υποσυστήματα μνήμης"* διαπιστώθηκε ότι προέρχονται από μαθητές που έχουν δικό τους υπολογιστή και διαβάζουν περιοδικά υπολογιστών.

Και οι μαθητές του Λυκείου σε μεγάλο ποσοστό δεν απάντησαν στις ερωτήσεις αυτές. Σε ποσοστό 20% οι μαθητές του Λυκείου τοποθετούν σωστά την κρυφή μνήμη ανάμεσα στον επεξεργαστή και τη RAM ενώ ταυτόχρονα αναφέρουν ότι έχει υψηλή ταχύτητα. Εμφανίζεται και ένα μικρό ποσοστό σωστών απαντήσεων που αναφέρουν ότι η κρυφή μνήμη βρίσκεται μέσα στον επεξεργαστή. Οι απαντήσεις αυτές δεδομένου ότι δεν περιέχονται στα σχολικά βιβλία προέρχονται από μαθητές που διαβάζουν περιοδικά Πληροφορικής. Ως προς το ρόλο της κρυφής μνήμης οι μαθητές στην πλειοψηφία τους δεν απαντούν. Ορισμένοι αναφέρουν λανθασμένες

απόψεις όπως "Ίδιος με τη RAM αλλά με πιο μεγάλη ταχύτητα", "Αποθηκεύει τις πληροφορίες που χρησιμοποιεί συχνά ο υπολογιστής".

Στην πρώτη ερώτηση σχετικά με τη θέση της κρυφής μνήμης απάντησε σωστά μόνο το 10% των μαθητών των ΤΕΕ. Οι περισσότεροι από τους μαθητές αυτούς τοποθετούν την κρυφή μνήμη μέσα στον επεξεργαστή επηρεασμένοι από τη σύγχρονη σχεδίαση των μικροεπεξεργαστών. Σχετικά με το ρόλο της κρυφής μνήμης απάντησε το 27% αναφέροντας απόψεις όπως "Για να γίνει πιο γρήγορη η ΚΜΕ", "Εξισορροπεί την ταχύτητα επεξεργαστή και κύριας μνήμης", "Να αποθηκεύει προσωρινά πληροφορίες που χρησιμοποιούνται πιο συχνά". Ένα μικρό ποσοστό των απαντήσεων αναφέρει λανθασμένες απόψεις όπως "Αποθηκεύει τα κρυφά αρχεία", "Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων μέχρι να κλείσει ο υπολογιστής", "Δεν χάνονται έγγραφα κατά το κλείσιμο του υπολογιστή".

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Οι καθηγητές πληροφορικής των σχολείων της έρευνας δήλωσαν ότι για να κατανοήσουν οι μαθητές καλύτερα τις έννοιες αυτές χρησιμοποιούν επιπλέον υλικό όπως διαφάνειες, και ερωτηματολόγια ενώ αναφέρουν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή. Το επιπλέον αυτό υλικό όμως το προσαρμόζουν στην ύλη που περιέχουν τα διδακτικά βιβλία που χρησιμοποιούν οι μαθητές. Για το λόγο αυτό μελετήσαμε το περιεχόμενο των βιβλίων στα σχετικά θέματα.

Σχετικά με το ρόλο της κύριας μνήμης οι αντίστοιχες αναφορές των σχολικών βιβλίων είναι :

Στο Γυμνάσιο χρησιμοποιούνται δύο βιβλία Πληροφορικής. Το ένα από αυτά στην παράγραφο με τίτλο "Κύρια ή Κεντρική Μνήμη" αναφέρεται στην έννοια της προσωρινής αποθήκευσης με την πρόταση "...οι πληροφορίες που καταγράφονται στην κύρια μνήμη είναι διαθέσιμες για όση ώρα τις χρειάζεται ο υπολογιστής και με την προϋπόθεση ότι δεν διακόπτεται η παροχή του ρεύματος".

Στο άλλο βιβλίο του Γυμνασίου υπάρχει αναφορά στην κύρια μνήμη αλλά δεν διευκρινίζεται η έννοια της προσωρινής αποθήκευσης.

Το βιβλίο του Λυκείου που χρησιμοποιείται στο προαιρετικό μάθημα Πληροφορικής για την πρώτη, δεύτερη και τρίτη τάξη υπάρχει εκτενής αναφορά στην κύρια μνήμη και διευκρινίζεται η έννοια της προσωρινής αποθήκευσης στην πρόταση: "... η Κεντρική Μνήμη χρησιμεύει για την αποθήκευση προγραμμάτων και δεδομένων για όσο χρόνο το πρόγραμμα είναι υπό εκτέλεση και επεξεργάζονται τα δεδομένα".

Στο βιβλίο των ΤΕΕ "Υλικό Υπολογιστών" της Α Τάξης υπάρχουν αναφορές στο ρόλο της κύριας μνήμης αλλά δεν διευκρινίζεται ο προσωρινός χαρακτήρας αποθήκευσης των δεδομένων.

Παρατηρείται ότι τα σχολικά βιβλία γενικά αναφέρονται στο ρόλο της κύριας μνήμης ενώ ορισμένα από αυτά διευκρινίζουν και τον χαρακτήρα της προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων.

Σχετικά με τις μονάδες μνήμης που υπάρχουν σε έναν υπολογιστή και την σύγκρισή τους ως προς την χωρητικότητα και την ταχύτητα, οι αντίστοιχες αναφορές των σχολικών βιβλίων είναι:

Στα βιβλία του Γυμνασίου υπάρχουν αναφορές στη δευτερεύουσα ή περιφερειακή μνήμη και περιγράφεται εκτενώς ο σκληρός δίσκος, η δισκέτα το CD-ROM, οι καταχωρητές και η κρυφή μνήμη.

Στο βιβλίο γενικής κατεύθυνσης του Λυκείου υπάρχει το κεφάλαιο "Μονάδες βοηθητικής μνήμης" όπου αναφέρονται όλες οι μονάδες βοηθητικής μνήμης. Συγκεκριμένα στο κεφάλαιο για την ΚΜΕ υπάρχει μια παράγραφος η οποία αναφέρεται στους καταχωρητές καθώς και μια παράγραφος που αναφέρεται στην κρυφή μνήμη και στη σχέση της με την κύρια.

Στα ΤΕΕ στο βιβλίο "Υλικό υπολογιστών", στο κεφάλαιο του Υλικού υπάρχουν αναφορές στις μονάδες βοηθητικής μνήμης καθώς επίσης αναφορές στους καταχωρητές και στην κρυφή μνήμη.

Παρατηρείται ότι τα βιβλία περιγράφουν τις μονάδες μνήμης ενός υπολογιστή αλλά οι μαθητές αναφέρουν μόνο μερικές από αυτές και ιδιαίτερα εκείνες που χρησιμοποιούν. Επίσης παρατηρείται ότι γίνεται εκτενής αναφορά στους τύπους κύριας μνήμης RAM και ROM με αποτέλεσμα οι μαθητές να τις θεωρούν ξεχωριστές μονάδες.

Σχετικά με την οργάνωση της κύριας μνήμης οι αντίστοιχες αναφορές των σχολικών βιβλίων είναι:

Στο πρώτο βιβλίο του Γυμνασίου στο κεφάλαιο του Υλικού υπάρχει μια παράγραφος με τίτλο " Διευθύνσεις και η κύρια μνήμη" η οποία αναφέρεται στην οργάνωση δεδομένων σε λέξεις καθώς και στις διευθύνσεις των περιεχομένων της κύριας μνήμης. Επίσης και το δεύτερο βιβλίο του Γυμνασίου στο μάθημα για την Κύρια ή Κεντρική Μνήμη αναφέρεται στις διευθύνσεις των περιεχομένων της κύριας.

Στο βιβλίο για το μάθημα επιλογής του Λυκείου στο κεφάλαιο της Κεντρικής Μνήμης αναφέρεται στις διευθύνσεις των "Θέσεων αποθήκευσης" της κύριας μνήμης.

Στο βιβλίο "Υλικό Υπολογιστών" του ΤΕΕ και στο κεφάλαιο "Κύρια και Λανθάνουσα μνήμη" αναφέρεται στις "λέξεις μνήμης" καθώς και σε " ένα συγκεκριμένο αριθμό που τη χαρακτηρίζει, και ονομάζεται διεύθυνση "

Παρατηρείται ότι σε όλα τα σχολικά βιβλία αναφέρεται η έννοια της διεύθυνσης των θέσεων μνήμης αλλά χωρίς να τονίζεται η χρήση της για τον εντοπισμό, αποθήκευση και ανάκληση των δεδομένων.

Σχετικά με τη θέση και το ρόλο της κρυφής μνήμης οι αντίστοιχες αναφορές των σχολικών βιβλίων είναι:

Τα δύο βιβλία του Γυμνασίου δεν δίνουν έμφαση στην κρυφή μνήμη και την αναφέρουν είτε στο περιθώριο της σελίδας είτε σε ειδικό πλαίσιο.

Στο βιβλίο για το μάθημα επιλογής του Λυκείου το κεφάλαιο που αφορά την Κεντρική μνήμη υπάρχει παράγραφος με τίτλο "Τα είδη Μνήμης" όπου αναφέρεται η κρυφή μνήμη ενώ υπάρχει και ένα σχήμα που εμφανίζει τη θέση της σε σχέση με την κύρια μνήμη και τον επεξεργαστή.

Στο βιβλίο των ΤΕΕ με τίτλο "Το Υλικό" και στο κεφάλαιο που αναφέρεται στη "Δομή του Υπολογιστή" υπάρχει μια παράγραφος με τίτλο "Λανθάνουσα Μνήμη" όπου αναφέρεται μεταξύ άλλων "Η λανθάνουσα μνήμη χρησιμεύει ως ενδιάμεση μνήμη (παρεμβάλλεται) ανάμεσα στην ΚΜΕ και την κύρια μνήμη και αυξάνει την απόδοση του υπολογιστή " .

Παρατηρείται ότι επειδή ο ρόλος της κρυφής μνήμης δεν είναι εύκολο να εξηγηθεί τα σχολικά βιβλία παρουσιάζουν το σχετικό θέμα με επιφανειακές αναφορές ενώ η θέση της κρυφής μνήμης καλύπτεται με μεγαλύτερη επάρκεια.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο παρόν άρθρο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα έρευνας που έγινε σε 339 μαθητές Γυμνασίου, Λυκείου και ΤΕΕ σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών γύρω από την λειτουργία και οργάνωση των μονάδων μνήμης του υπολογιστή.

Από την ανάλυση των απαντήσεων σχετικά με το ρόλο της κύριας μνήμης προκύπτει ότι η πλειοψηφία των μαθητών γνωρίζει το ρόλο της για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων, αλλά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις έννοιες προσωρινή και μόνιμη αποθήκευση, ενώ κανένας δεν αναφέρει ότι για την εκτέλεση ενός προγράμματος είναι απαραίτητη η μεταφορά του στην κύρια μνήμη. Οι μαθητές γενικότερα συνδέουν την έννοια της προσωρινής αποθήκευσης με την ύπαρξη τροφοδοσίας με ηλεκτρικό ρεύμα. Επίσης ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών αποδίδουν στην κύρια μνήμη ιδιότητες που έχει η δευτερεύουσα.

Από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών σχετικά με την ύπαρξη άλλων μονάδων μνήμης προκύπτει ότι οι περισσότεροι μαθητές αναφέρουν ορισμένες μονάδες μνήμης όπως τον σκληρό δίσκο τη δισκέτα και τον οδηγό CD-ROM αλλά μόνο ένα μικρό ποσοστό αναφέρει την κρυφή μνήμη και τους καταχωρητές. Το γεγονός αυτό εξηγείται από το ότι εκτός από τις αναφορές των σχολικών βιβλίων, οι μαθητές έχουν προσωπικές εμπειρίες για την ύπαρξη ορισμένων μονάδων ενώ για άλλες δεν έχουν. Το ποσοστό εκείνων που αναφέρουν την κρυφή μνήμη είναι σημαντικά μεγαλύτερο στο Λύκειο όπου τα παιδιά είναι πιο ώριμα και οι γνώσεις τους γύρω από τη χρήση προσωπικών υπολογιστών είναι μεγαλύτερες. Σε όλες τις βαθμίδες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με έμφαση στο Γυμνάσιο και στα ΤΕΕ οι μαθητές κατά ένα μεγάλο ποσοστό θεωρούν ότι οι μνήμες RAM και ROM αποτελούν διαφορετικές μονάδες μνήμης και όχι τύπους κύριας μνήμης. Αυτό πιθανά προέρχεται από την διαφοροποίηση των μονάδων αυτών ως προς τη δυνατότητα εγγραφής δεδομένων καθώς και στην εκτεταμένη αναφορά των βιβλίων σε αυτές.

Ως προς την κατάταξη των μονάδων μνήμης με κριτήρια την ταχύτητα και τη χωρητικότητά τους παρατηρήθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών γνωρίζει ότι οι διάφορες μονάδες μνήμης έχουν διαφορετική ταχύτητα και διαφορετική χωρητικότητα αλλά λίγοι μπορούν να τις κατατάξουν στη σωστή σειρά. Οι μαθητές σε μεγαλύτερο ποσοστό κατατάσσουν σωστά τις μονάδες ως προς τη χωρητικότητα αλλά δυσκολεύονται στην κατάταξή τους σε σχέση με την ταχύτητα. Αυτό πιθανά οφείλεται στο ότι οι μαθητές έχουν προσωπικές εμπειρία για την χωρητικότητα ορισμένων μονάδων μνήμης ενώ δεν έχουν αντίστοιχη εμπειρία σε σχέση με την ταχύτητα των μονάδων μνήμης.

Από την ανάλυση των απαντήσεων ως προς το ρόλο της διεύθυνσης των θέσεων της κύριας μνήμης προκύπτει ότι μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών δεν γνωρίζει το θέμα αυτό. Οι λίγες σχετικά απαντήσεις των μαθητών πιθανά οφείλονται στο ότι μόνο σε ένα σχολικό βιβλίο υπάρχει σχετική αναφορά με χρήση αναλογίας από την καθημερινή ζωή (ταχυδρομική διεύθυνση).

Ως προς το θέμα της κρυφής μνήμης διαπιστώνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών δεν γνωρίζει το ρόλο και τη θέση της κρυφής μνήμης στους σύγχρονους υπολογιστές. Το θέμα αυτό κρίνεται ότι είναι δύσκολο να εξηγηθεί τουλάχιστον σε μαθητές του Γυμνασίου γιατί απαιτεί πολλές προαπαιτούμενες γνώσεις που έχουν σχέση με την σειριακή εκτέλεση προγραμμάτων, την οργάνωση των δεδομένων και τις επαναληπτικές δομές.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες μάθησης και έχουν λανθασμένες αντιλήψεις σε θέματα που αφορούν την οργάνωση και τη λειτουργία της μνήμης των υπολογιστών. Στα σημεία που οι μαθητές έχουν δυσκολίες προτείνεται οι καθηγητές να χρησιμοποιούν εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις που στοχεύουν στην ενεργοποίηση των μαθητών. Όπως:

- Χρήση ερωτήσεων του τύπου "Τι νομίζεται ότι ...", "Τι θα γινόταν αν..." όπου οι μαθητές εκφράζουν την άποψή τους, επιχειρηματολογούν επάνω σε αυτήν και ανταλλάσσουν απόψεις.
- Ανάθεση σε ομάδες μαθητών θεατρικών ρόλων που αντιστοιχούν στην λειτουργία των διαφορετικών μονάδων μνήμης.
- Χρήση προγραμμάτων προσομοίωσης. Διεθνείς έρευνες έχουν δείξει τις θετικές επιδράσεις που έχει η χρήση προγραμμάτων προσομοίωσης στην κατανόηση της λειτουργίας των υπολογιστών (Ibbett 2000) (Djordjevic κ.α 2000). (Grigoriadou M, Toula M, 2002)

Στα μελλοντικά μας σχέδια προβλέπεται η ανάπτυξη προγραμμάτων προσομοίωσης για την ιεραρχία μνήμης καθώς και ο σχεδιασμός σχετικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Confrey, J (1990) A review of research on student conceptions in mathematics, science and programming. In C.Cazden (Ed.) *Review of research in education*, Vol.16 pp. 3-56. Washington DC: American Educational Research Association.
- Ibett N.R, Hase (2000) DLX Simulation model, *Micro* v.20(3) IEEE 2000, pp 57-65
- Grigoriadou M. Kanidis. E, (2001) Students approaches to the computer cache memory and their exploitation in the development of a web based learning environment, *Proceedings of 8th Panhellenic Conference in Informatics*, Cyprus 2001, pp 472-481
- Grigoriadou M, Toula M, (Υπο έκδοση) Design and implementation of a cache memory simulation program, *Proceedings of International Conference on Information Communication Technologies in Education, Samos 2002*,
- Djordjevic.J, Milenovic.A,Grbanovic.N, (2000): An integrated environment for teaching computer architecture, *Micro* v.20(3) IEEE 2000, pp 66-72
- Johansson. B, Marton. F, Svensson. L, (1985) An approach to describing as change between qualitatively different conceptions, *Cognitive Structure and Conceptual Change*, ed. by L.West. and A.Pines, *Academic Press*, new York 1985
- Κόλλιας Α, Μαργετουσάκη Α, Κόμης Β, Γουμενάκης Γ, (2000). Αναπαραστάσεις μαθητών του δημοτικού για τις νέες τεχνολογίες όπως αναδύονται από τη χρήση εννοιολογικών χαρτών και κειμένων, 2^ο Πανελλήνιο συνέδριο "Οι τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση" Πάτρα 2000
- Κόμης Β, (1995) Αναπαραστάσεις των Μαθητών του Δημοτικού στις νέες Τεχνολογίες, Β' Πανελλήνιο Συνέδριο με θέμα "Διδακτική των Μαθηματικών και Πληροφορική στην Εκπαίδευση" Κύπρος 1995, pp 523-536
- Komis.V, Michaelides.P, (1997). Representations of new computer technologies made by children of 9 to 12 years: A comparative study between Greek and French children, *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου συνεδρίου με θέμα "Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Πάτρα 1997
- Κρεμμύδας Χ.Π, Σπηλιωπούλου Β, (1999). Οι αντιλήψεις των μαθητών για την οθόνη και το πληκτρολόγιο του Η/Υ, *Πρακτικά 4^ο Πανελληνίου Συνεδρίου με θέμα "Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση"*, Ρέθυμνο 1999.
- Nass. I. C, Lombard M, Henriksen L, Steuer J, (1995), Anthropocentrism and computers, *Behavior & Information technology*, 1995, vol.14, no 4, p.229-238
- Ρούσος Π, (1996). Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στη δημοτική εκπαίδευση: Ίδέες, εμπειρίες στάσεις και δυσκολίες των παιδιών, *Ψυχολογία* 1996, 3(1), σ.112-129
- Von Glaserfeld, E .(1996). *Radical Constructivism: A way of Knowing and Learning*, London: *The Falmer Press*, 1996

Τα σχολικά βιβλία που αναφέρονται στο άρθρο είναι:

- Βουτηράς Γ, Κονιδάρη Ε, Κούτρας Μ, Σφόρος Ν, Πληροφορική Γυμνασίου, Βιβλίο μαθητή, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 2000
- Δαμιανάκης Α, Τζαβάρας Α, Μαβόγλου Χ, Νταντούρης Κ, Πληροφορική Γυμνασίου, Βιβλίο του μαθητή, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 2000
- Γιαλούρης Κ, Γκιμπερίτης Ε, Κόμης Β, Σιδερίδης Α, Σταθόπουλος Κ, Εφαρμογές Πληροφορικής - Υπολογιστών Α', Β', Γ' Ενιαίου Λυκείου, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 1999
- Πεσκέτζη Κ, Βογιατζή Ι, Κουνάδη Σ, Μελέτη Χ, Μπουγά Π, Σιφναίου Ι, Υλικό Υπολογιστών, Βιβλίο Μαθητή, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 2000